

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-242850

(43)Date of publication of application : 21.09.1993

(51)Int.Cl. H01J 41/12

(21)Application number : 04-039605 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC
CORP

(22)Date of filing : 26.02.1992 (72)Inventor : MAEDA HIDEO

MITSUTA KENRO

MURAHASHI TOSHIAKI

(54) ELECTROCHEMICAL GAS COMPRESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To laminate alternately proton electroconductive films and gas diffusive electrodes bearing catalyst, construct a plurality of unitary cells consolidatedly, putting in a gas capable of ionizing. and thereby acquiring a compressed gas.

CONSTITUTION: A gas capable of ionizing is put in a battery formed by laying gas diffusive electrodes 2, 3 bearing catalyst on both sides of a proton electroconductive film 1, and a specified potential is given to the two electrodes 2, 3. Thereby gas is ionized on one of the electrodes 2 and moves with the electroconductive film 1 as ions to return to gas on the counter-electrode 3, and thereby gas compressed on the counter-electrode 3 side is obtained. Between the electrodes 2, 3, electroconductive films 1, 11, 12 and gas diffusive electrodes 8, 18 are laminated alternately, and three unitary cells are structured solidly. This provides the resultant device with mechanical reliability, excellent electric characteristics, and the capability of emitting a large output from its light and

compact construction.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 21.11.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3102942

[Date of registration] 25.08.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] By supplying ionizable gas to the cell which comes to allot the gas diffusion electrode which supported the catalyst to each of both sides of an ion conductivity solid electrolyte object, and giving predetermined potential to a ring main diffusion electrode When the supplied gas ionizes on one gas diffusion electrode, moves the above-mentioned ion conductivity solid electrolyte object as ion and returns to gas on the gas diffusion electrode of another side The electrochemical gas-compression machine characterized by having carried out two or more laminatings of an ion conductivity solid electrolyte object and the gas diffusion electrode by turns, and making two or more cells into integral construction between the above-mentioned ring main diffusion electrodes in the electrochemical gas-compression machine which can obtain the gas compressed by the gas diffusion electrode side of another side.

[Claim 2] The electrochemical gas-compression machine according to claim 1

characterized by preparing the moisture supply route which carries out hydration to the gas diffusion electrode located between each above-mentioned cell.

[Claim 3] The electrochemical gas-compression machine according to claim 1 or 2 characterized by making adjustable the electrical potential difference which connects an external electrical circuit to the gas diffusion electrode located between each above-mentioned cell, and is built over each cell.

[Claim 4] By supplying ionizable gas to the cell which comes to allot the gas diffusion electrode which supported the catalyst to each of both sides of an ion conductivity solid electrolyte object, and giving predetermined potential to a ring main diffusion electrode When the supplied gas ionizes on one gas diffusion electrode, moves the above-mentioned ion conductivity solid electrolyte object as ion and returns to gas on the gas diffusion electrode of another side The electrochemical gas-compression machine characterized by unifying and preparing a reinforcement object in the above-mentioned ion conductivity solid electrolyte object in the electrochemical gas-compression machine which can obtain the gas compressed by the gas diffusion electrode side of another side.

[Claim 5] The electrochemical gas-compression machine according to claim 4 characterized by preparing the moisture supply route which supplies moisture to the above-mentioned reinforcement object.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electrochemical gas-compression machine for compressing gas using an electrochemical reaction.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional gas-compression machine was compressing gas by sealing gas in space and decreasing mechanical movement with the volume of the space. In such a compressor, vibration by mechanical movement and degradation of components had become a problem. Therefore, the electrochemical gas-compression machine using the film of ionic conduction nature as a compressor not using mechanical components is proposed. For example, drawing 7 is drawing expanding and showing the cross section of the conventional electrochemical hydrogen compressor indicated by U.S. Pat. No. 4671080. The ion conductivity film with which 1 has the thickness of about 0.2mm in this drawing, the gas diffusion electrode of the anode plate where 2 supported the catalyst of platinum etc., For the gas diffusion electrode of the

cathode which supported the catalyst with 3 [same], and 4, as for the gas passageway by the side of cathode, and 6, the gas passageway by the side of an anode plate and 5 are [the metal charge collector by the side of an anode plate and 7] the metal charge collectors by the side of cathode.

[0003] Next, actuation is explained. The hydrogen gas included in the gas passageway 4 by the side of a gas diffusion electrode 2 loses an electron on this gas diffusion electrode 2, and generates a hydrogen ion according to the following-izing

1.

$H_2 + 2H_2O \rightarrow 2e^- + 2H_3O^+$ [0004] Even the gas diffusion electrode 3 of another side advances by making an electrical potential difference into driving force with the water in the ion conductivity film 1, and a hydrogen ion returns an electron to hydrogen gas according to the formation 2 of the reception following on this gas diffusion electrode

3.

$2e^- + 2H_3O^+ \rightarrow H_2 + 2H_2O$ [0005] The hydrogen gas generated on the above-mentioned gas diffusion electrode 3 cannot pass along the ion conductivity film 1, and since the migration force of the ion by the electrical potential difference is large, hydrogen gas is gradually accumulated in a gas diffusion electrode 3 side, and the pressure of hydrogen gas rises. At this time, the metal charge collectors 6 and 7 reinforce mechanically gas diffusion electrodes 2 and 3 and the ion conductivity film 1 while impressing an electrical

potential difference to each gas diffusion electrodes 2 and 3.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The conventional electrochemical hydrogen compressor is constituted as mentioned above, and a gas diffusion electrode 2 and the electrical potential difference applied among three become like [with the one following].

$E = E_0 + (RT/2F) \times \ln(P_2/P_1) + ir$ [0007] several 1 [however,] -- setting -- E_0 -- the ionization potential of hydrogen, and R -- a gas constant and T -- in temperature and F , the hydrogen pressure force by the side of a gas diffusion electrode 3 and i show a current, and, as for a Faraday constant and P_1 , r shows electric resistance, as for the hydrogen pressure force by the side of a gas diffusion electrode 2, and P_2 .

[0008] If the items are seen about the electrical potential difference built over the above-mentioned two poles 2 and 3 here, the ionization potential E_0 of the 1st term of the right-hand side will be 0.02V, the 2nd term will be the so-called Nernst applied voltage, and this applied voltage will be decided by gas pressure of two poles 2 and 3, but it is 0.06V even when gas pressure is compressed into 100 atmospheric pressures. However, also with the about two 400 mA/cm current, resistance of the 3rd term is as strong as 0.1V, and forms 55% of full voltage. That is, since the potential efficiency of this compressor had the large

electric resistance of the ion conductivity film 4, it had the problem of becoming very small. Although the mechanical strength will fall, for example, the differential pressure of 100 atmospheric pressures will be enough borne in the thickness which is 0.2mm if thickness is made thin, although what is necessary is for resistance of the ion conductivity film 4 to be a thing in case the thickness is about 0.2mm, and just to make the thickness thin in order to make small the electric resistance of the ion conductivity film 4, thickness cannot bear 20 atmospheric pressures in 0.025mm, and can bear only the differential pressure of 7 atmospheric-pressure extent in 0.13mm. Therefore, in the conventional electrochemical hydrogen compressor, when it was going to raise electrical characteristics, the technical problem that mechanical dependability fell occurred.

[0009] Moreover, in order for the ion conductivity film 4 to carry out ion conductivity maintenance, sufficient moisture for the ion conductivity film 4 is required of the conventional electrochemical hydrogen compressor, but in case a hydrogen ion moves in the inside of the film, in order for moisture to also move together as mentioned above, it is necessary to supply moisture on the positive electrode 2. However, when there were few currents, by diffusion, the water on a cathode 3 flowed backwards the film 4, and returned to the positive electrode 2, but if water was not supplied separately, the technical problem that it was difficult to continue and pass a big current occurred.

[0010] It aims at offering the electrochemical gas-compression machine which can obtain an output lightweight and compact, and big while this invention was made in order to solve the above-mentioned technical problem, and it has mechanical dependability and outstanding electrical characteristics.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Between ring main diffusion electrodes, the first invention carries out two or more laminatings of an ion conductivity solid electrolyte object and the gas diffusion electrode by turns, and makes two or more cells integral construction.

[0012] The second invention prepares the moisture supply route in the first invention which carries out hydration to the gas diffusion electrode located between each cell.

[0013] The third invention connects an external electrical circuit to the gas diffusion electrode which can set the first invention or the second invention and which is located between each cell, and makes adjustable the electrical potential difference concerning two or more cells of each.

[0014] The fourth invention unifies and prepares a reinforcement object in an ion conductivity solid electrolyte object.

[0015] The fifth invention prepares the moisture supply route which supplies moisture to the reinforcement object in the fourth invention.

[0016]

[Function] According to the first invention, while reinforcing an ion conductivity solid electrolyte object mechanically with the gas diffusion electrode which intervenes between each cell, the moisture of an ion conductivity solid electrolyte object can be held with the moisture contained in each electrode.

[0017] According to the second invention, moisture is directly supplied to the gas diffusion electrode located between each cell from a moisture supply route, and while holding these electrodes in the always humid condition, this moisture can be supplied to an ion conductivity solid electrolyte object through a gas diffusion electrode.

[0018] According to the third invention, the electrical potential difference suitable for the gas pressure at the time of compression of a gas-compression machine can be impressed to each cell.

[0019] According to the fourth invention, the mechanical strength of a cell can be reinforced with the reinforcement object united with the ion conductivity solid electrolyte object.

[0020] According to the fifth invention, moisture can be directly supplied to a reinforcement object from a moisture supply route, and the moisture of an ion conductivity solid electrolyte object can be held.

[0021]

[Example] Based on the example shown in drawing 1 - drawing 6 , the same sign is hereafter given to the same as that of the former, or a considerable part, and this invention is explained.

[0022] example 1. -- the electrochemical gas-compression machine of this example As shown in drawing 1 , on the cell which comes conventionally to allot the gas diffusion electrodes 2 and 3 which supported conventionally well-known catalysts, such as platinum, to each of both sides of the well-known ion conductivity solid electrolyte object (proton conductivity film) 1 By throwing in ionizable hydrogen gas and giving predetermined potential to the ring main diffusion electrodes 2 and 3 When the supplied gas ionizes on one gas diffusion electrode 2, moves the proton conductivity film 1 as ion and returns to gas on the gas diffusion electrode 3 of another side, it is constituted so that the gas compressed by the gas diffusion electrode 3 side of another side can be obtained. And the above-mentioned gas diffusion electrode 2 constitutes an anode plate, a gas diffusion electrode 3 constitutes cathode, and the metal charge collectors 6 and 7 with which the gas passageways 4 and 5 of hydrogen gas were formed are formed in the external surface of each gas diffusion electrodes 2 and 3 as usual.

[0023] It **, and the sequential sticking-by-pressure laminating of the proton conductivity film 1, 11, and 12 of three sheets and the gas diffusion electrodes 8

and 18 of two sheets is carried out by turns between the above-mentioned gas diffusion electrode 2 and 3, the above-mentioned electrochemical gas-compression machine constitutes three cells, and these three cells are constituted as integral construction. And the above-mentioned gas diffusion electrode 2 and the gas diffusion electrodes 8 and 18 which intervene among three are shared by the cell of each upper and lower sides. Moreover, the spacer 9 and furrow located in the periphery section of each proton conductivity film 1 and 11 is formed in the perimeter of a gas diffusion electrode 8, and it is infixed in it. The spacer 9 is formed in the perimeter of a gas diffusion electrode 18 as well as this.

[0024] Next, actuation of the above-mentioned electrochemical gas-compression machine is explained. First, as shown in the following-ization 3 as usual on a gas diffusion electrode 2, the hydrogen gas which flowed into the gas passageway 4 loses and ionizes the electron, and generates a hydrogen ion.

$H_2 + 2H_2O \rightarrow 2e^- + 2H_3O^+$ [0025] Even a gas diffusion electrode 8 advances by making an electrical potential difference into driving force with the water in the proton conductivity film 1, and a hydrogen ion returns an electron to gas according to the formation 4 of the reception following on a gas diffusion electrode 8.

$2e^- + 2H_3O^+ \rightarrow H_2 + 2H_2O$ [0026] An electron is again lost near the proton

conductivity film 11 on a gas diffusion electrode 8, a hydrogen ion is generated, even a gas diffusion electrode 18 moves by making the proton conductivity film 11 into hydronium ion, and the hydrogen which returned to gas on the above-mentioned gas diffusion electrode 8 receives an electron again on a gas diffusion electrode 18 further, and returns to hydrogen gas. Furthermore, an electron is again lost near the proton conductivity film 12, a hydrogen ion is generated, even a gas diffusion electrode 3 moves by making the proton conductivity film 12 into hydronium ion, an electron is received on a gas diffusion electrode 3, and it becomes hydrogen gas. Thus, hydrogen gas is accumulated gradually and hydrogen gas is gradually compressed into the gas diffusion electrode 3 side which is cathode.

[0027] Therefore, according to the example 1, since gas diffusion electrodes 8 and 18 were made to intervene between each proton conductivity film 1 and 11 and 12, with these electrodes 8 and 18, each proton conductivity film 1, 11, and 12 can be reinforced mechanically, and the mechanical dependability of an electrochemical gas-compression machine can be raised. moreover, each proton conductivity film 1, 11, and 12 with which the mechanical strength was reinforced in this way -- each thickness can be made thin, and its diffusing power in each film 1, 11, and 12 of gas diffusion electrodes 2 and 8 and the water which moves out of 18 can improve sharply, and can raise the electrical characteristics

of an electrochemical gas-compression machine.

[0028] Moreover, the above-mentioned electrochemical gas-compression machine comes to show a gas diffusion electrode 2 and the electrical potential difference E applied among three to the two following.

$E = E_0 \times 3 + (RT/2F) \times \ln(P_2/P_1) + ir$ [0029] Although the Nernst applied voltage of the 2nd term of the right-hand side with one above which shows the applied voltage of the electrochemical gas-compression machine of this example as compared with the conventional thing is not different from the Nernst applied voltage of the thing conventional by 0.06V in the applied voltage of the electrochemical gas-compression machine of this example, the ionization potential E_0 of the 1st term of the right-hand side is 0.06V 3 times as much as the conventional cell.

Moreover, since thickness of above-mentioned each proton conductivity film 1, 11, and 12 can be made as mentioned above and thin about resistance of the 3rd term, it can be made thinner than the thickness of the former [total] and moisture is fully further supplied to each [these] film 1, 11, and 12 by the diffusion as mentioned above, resistance of each film itself can become small, the total applied voltage can be made small, and electrical characteristics can be raised.

[0030] As explained above, while having mechanical dependability and outstanding electrical characteristics according to this example 1, the

electrochemical gas-compression machine which can obtain an output lightweight and compact, and big can be offered.

[0031] example 2. -- as the electrochemical gas-compression machine of this example is shown in drawing 2 and drawing 3 , two moisture supply routes 20 and 21 are established in the metal charge collector 7 of the electrochemical gas-compression machine in an example 1. And he can prepare Holes 11A, 12A, and 12B, and 9A, 9A and 9B in each proton conductivity film 11 and 12 and spacers 9 and 9, respectively, and is trying to supply the water from each moisture supply routes 20 and 21 to each gas diffusion electrodes 8 and 18 through these holes 11A, 12A, and 12B, and 9A, 9A and 9B, respectively. That is, he is trying to supply moisture to a gas diffusion electrode 8 from the moisture supply route 21 of another side from one moisture supply route 20 to a gas diffusion electrode 18, respectively. Others are constituted like the example 1.

[0032] Therefore, since hydrogen gas is compressible like an example 1 also in an example 2, only supply of moisture is explained here. In the example 2, the water by the side of the anode plate of each proton conductivity film 1, 11, and 12 moves to a cathode side with migration of a hydrogen ion. Under the present circumstances, if diffusion of each proton conductivity film 1 and 11 and the water in 12 is not enough, the front face by the side of the anode plate of each proton conductivity film 1, 11, and 12 tends to dry. Then, if water is supplied from

the moisture supply route 20, this make up water will arrive at the slot of that inside from hole 9A of a spacer 9 via hole 12A of the proton conductivity film 12, hole 9A of a spacer 9, and hole 11A of the proton conductivity film 11, as a continuous line shows to drawing 3 , and will permeate a gas diffusion electrode 8 in this slot. The water which permeated moistens the anode plate side front face which the proton conductivity film 11 dried through the gas diffusion electrode 8, and prevents the fall of ion conductivity in the proton conductivity film 11. When water is supplied from the moisture supply route 21, moreover, this make up water As a continuous line shows to drawing 3 , the slot inside a spacer 9 is arrived at via hole 12B of the proton conductivity film 12, and hole 9B of a spacer 9. A gas diffusion electrode 18 can be permeated in this slot, and the fall of ion conductivity of the proton conductivity film 12 can be prevented similarly, as a result electrical characteristics can improve rather than the electrochemical gas-compression machine of an example 1, and the hydrogen gas of a large flow rate can be compressed.

[0033] In addition, although a pump is installed outside and you may make it supply water from now on when supplying water, you may make it supply water in an example 2 using the pressure which connected and compressed the inlet of water, and the outlet 5 of the gas of a high tension side through the bulb. This is the same also in the example 5 mentioned later.

[0034] example 3. -- the external electrical circuit 30 is connected to each gas diffusion electrodes 8 and 18 of the electrochemical gas-compression machine in an example 1 or an example 2, and the electrochemical gas-compression machine of this example makes adjustable the electrical potential difference concerning each cell, as shown in drawing 4 . An electrical circuit 30 The lead wire 31 connected to the gas diffusion electrode 2 which is an anode plate, the lead wire 32 connected to the gas diffusion electrode 3 which is cathode, respectively, and such lead wire 31 and 32 are minded. DC power supply 33 connected to gas diffusion electrodes 2 and 3, respectively, the lead wire 34 connected to the gas diffusion electrode 8, and lead wire 31 and 34 are minded. It has DC power supply 37 connected to gas diffusion electrodes 2 and 18 through DC power supply 35 connected to gas diffusion electrodes 2 and 8, respectively and the lead wire 36 connected to the gas diffusion electrode 18, and lead wire 31 and 36, respectively.

[0035] Therefore, since hydrogen gas is compressible like an example 1 also in an example 3, the case where the applied voltage of each cell is changed is explained. Although hydrogen gas will flow out in the condition of having been compressed on the gas diffusion electrode 3 as the example 1 explained if a gas diffusion electrode 2 is impressed to a gas diffusion electrode 2 from a sink and DC power supply 33 and an electrical potential difference is impressed for

hydrogen gas among three, the applied voltage between a gas diffusion electrode 2 and 8 and between a gas diffusion electrode 8 and 18 is changed in the state of the gas pressure at that time in this case. Under the present circumstances, if the electrical potential difference between each gas diffusion electrode is set as arbitration, while the current is flowing to lead wire 34 and 36, the amount of the hydrogen gas accumulated into the hole of each gas diffusion electrodes 8 and 18 fluctuates, gas pressure is changed, and each inter-electrode Nernst voltage changes. When the pressure distribution only corresponding to the Nernst voltage corresponding to the set-up electrical potential difference are reached, the current which flows to lead wire 34 and 36 stops, and becomes the pressure distribution according to the set-up electrical potential difference. Therefore, according to this example, by setting up suitably the electrical potential difference impressed between each gas diffusion electrode, the engine performance for every cell can be pulled out to the maximum extent, and an efficient gas compression can be realized.

[0036] example 4. -- the cell which constitutes the electrochemical gas-compression machine of this example inserts and unites a reinforcement object with the interior of the proton conductivity film 1 in an electrochemical gas-compression machine for 40, as shown in drawing 5 . this reinforcement object 40 has a mechanical strength, can guide water, and especially if it is an

ingredient which does not separate a metal ion, it will restrict it -- not having -- moreover, that gestalt -- the shape of a mesh, fibrous, and porosity -- although it can be made description, hollow structure, etc., it is not restricted to these. It **, as an ingredient of such a reinforcement object 40, you may be any of an organic material and an inorganic material, and natural fibers, such as synthetic fibers, such as polyester and polyethylene, and hemp, cotton, can be mentioned as an organic material, for example, and as an inorganic material, if it has a hydrophilic property, you may be any of a metal and a nonmetal, for example, inorganic fibers, such as a carbon fiber, etc. can be mentioned. Of course, the reinforcement object 40 of this example is applicable, respectively about each above-mentioned example and the conventional electrochemical gas-compression machine.

[0037] Therefore, since according to the example 4 hydrogen gas is compressible with the same operation as the electrochemical gas-compression machine of an example 1 and also the proton conductivity film 1 is reinforced with the reinforcement object 40, the mechanical strength of a cell can be reinforced with a lightweight and compact gestalt, and the mechanical dependability and electrical characteristics can be raised further.

[0038] example 5. -- the moisture supply route 41 where the electrochemical gas-compression machine of this example supplies moisture to the

reinforcement object 40 of the proton conductivity film 1 at the metal charge collector 7 of the electrochemical gas-compression machine of an example 5 as shown in drawing 6 is formed.

[0039] Therefore, explanation of only supply of the moisture in an example 5 moves the water by the side of the anode plate of the proton conductivity film 1 to a cathode side with migration of a hydrogen ion. Under the present circumstances, if diffusion of the water in the proton conductivity film 1 is not enough, the front face by the side of the anode plate of the proton conductivity film 1 tends to dry. Then, if water is supplied from the moisture supply route 41, this make up water will permeate the reinforcement object 41. The water which permeated can moisten the anode plate side front face which the proton conductivity film 1 dried, can be given to the front face by the side of the gas diffusion electrode 2 which is an anode plate, can prevent the fall of ion conductivity, and can raise more the electrical characteristics of the electrochemical gas-compression machine of an example 4.

[0040] In addition, this invention is not restricted to each above-mentioned example at all, and can change suitably the number of sheets of the proton conductivity film which carries out a laminating, and a gas diffusion electrode according to the capacity of an electrochemical gas-compression machine.

[0041]

[Effect of the Invention] Since two or more cells were unified, while having mechanical dependability and outstanding electrical characteristics according to the first invention, the electrochemical gas-compression machine which can obtain an output lightweight and compact, and big can be offered.

[0042] Since the moisture supply route which carries out hydration to the gas diffusion electrode of the electrochemical gas-compression machine of the first invention was prepared according to the second invention, electrical characteristics can improve more and the electrochemical gas-compression machine which can compress the hydrogen gas of a large flow rate can be offered.

[0043] The electrochemical gas-compression machine which according to the third invention connected the external electrical circuit to the gas diffusion electrode located between each cell, wrote the electrical potential difference concerning each cell to adjustable, and pulled out the engine performance for every cell to the maximum extent by setting up suitably the electrical potential difference impressed between each gas diffusion electrode and which can realize an efficient gas compression can be offered.

[0044] Since the reinforcement object was united with the ion conductivity solid electrolyte object, while having mechanical dependability and outstanding electrical characteristics according to the fourth invention, the electrochemical

gas-compression machine which can obtain an output lightweight and compact,
and big can be offered.

[0045] Since the moisture supply route which supplies moisture to the reinforcement object of the electrochemical gas-compression machine of the fourth invention was prepared according to the fifth invention, electrical characteristics can improve more and the electrochemical gas-compression machine which can compress the hydrogen gas of a large flow rate can be offered.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the electrochemical gas-compression machine of one example of the first invention.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the electrochemical gas-compression machine of one example of the second invention.

[Drawing 3] It is the perspective view disassembling and showing the electrochemical gas-compression machine shown in drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing the electrical circuit of the electrochemical

gas-compression machine of one example of the third invention.

[Drawing 5] It is the sectional view showing the important section of the electrochemical gas-compression machine of one example of the fourth invention.

[Drawing 6] It is the sectional view showing the electrochemical gas-compression machine of one example of the fifth invention.

[Drawing 7] It is the sectional view showing an example of the conventional electrochemical gas-compression machine.

[Description of Notations]

- | | |
|----|--|
| 1 | Proton Conductivity Film (Ion Conductivity Solid Electrolyte Object) |
| 2 | Lower Gas Diffusion Electrode (Anode Plate) |
| 3 | Upper Gas Diffusion Electrode (Cathode) |
| 8 | Gas Diffusion Electrode |
| 11 | Proton Conductivity Film (Ion Conductivity Solid Electrolyte Object) |
| 12 | Proton Conductivity Film (Ion Conductivity Solid Electrolyte Object) |
| 18 | Gas Diffusion Electrode |
| 20 | Moisture Supply Route |
| 21 | Moisture Supply Route |
| 30 | Electrical Circuit |
| 40 | Reinforcement Object |

41 Moisture Supply Route

(19)日本国特許庁(J.P.)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-242850

(43)公開日 平成5年(1993)9月21日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 J 41/12

識別記号

庁内整理番号

7135-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-39605

(22)出願日 平成4年(1992)2月26日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 前田 秀雄

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内

(72)発明者 光田 憲朗

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内

(72)発明者 村橋 俊明

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内

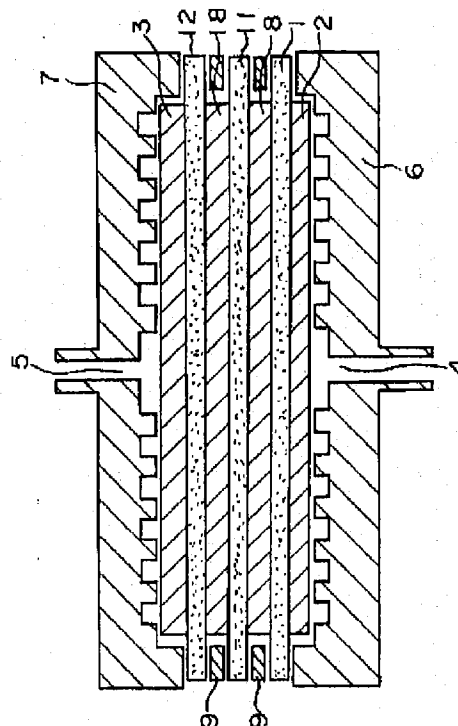
(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 電気化学的ガス圧縮機

(57)【要約】

【目的】 機械的な信頼性及び優れた電気的特性を有すると共に、軽量且つコンパクトで大きな出力の電気化学的ガス圧縮機を得る。

【構成】 プロトン導電性膜1の両側に触媒を担持したガス拡散電極2、3を配してなる電池にイオン化可能なガスを投入し両極2、3に所定の電位を与えることにより、ガスが一方の電極2上でイオン化してプロトン導電性膜1をイオンとして移動し対極3上でガスに戻ることにより、対極3側で圧縮したガスを得ることができる電気化学的ガス圧縮機において、上記両ガス拡散電極2、3間に、プロトン導電性膜1、11、12とガス拡散電極8、18とを交互に積層して3個の単電池を一体構造にした。



1,11,12:プロトン導電性膜
2,3,8,18:ガス拡散電極

【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオン導電性固体電解質体の両側それぞれに触媒を担持したガス拡散電極を配してなる電池に、イオン化可能なガスを投入し両ガス拡散電極に所定の電位を与えることにより、投入されたガスが一方のガス拡散電極上でイオン化して上記イオン導電性固体電解質体をイオンとして移動し、他方のガス拡散電極上でガスに戻ることに、他方のガス拡散電極側で圧縮したガスを得ることができる電気化学的ガス圧縮機において、上記両ガス拡散電極間に、イオン導電性固体電解質体とガス拡散電極とを交互に複数積層して複数の単電池を一体構造にしたことを特徴とする電気化学的ガス圧縮機。

【請求項2】 上記各単電池間に位置するガス拡散電極に水分補給する水分補給路を設けたことを特徴とする請求項1に記載の電気化学的ガス圧縮機。

【請求項3】 上記各単電池間に位置するガス拡散電極に外部電気回路を接続し、各単電池にかかる電圧を可変にしたことを特徴とする請求項1または2に記載の電気化学的ガス圧縮機。

【請求項4】 イオン導電性固体電解質体の両側それぞれに触媒を担持したガス拡散電極を配してなる電池に、イオン化可能なガスを投入し両ガス拡散電極に所定の電位を与えることにより、投入されたガスが一方のガス拡散電極上でイオン化して上記イオン導電性固体電解質体をイオンとして移動し、他方のガス拡散電極上でガスに戻ることに、他方のガス拡散電極側で圧縮したガスを得ることができる電気化学的ガス圧縮機において、上記イオン導電性固体電解質体に補強体を一体化して設けたことを特徴とする電気化学的ガス圧縮機。

【請求項5】 上記補強体に水分を補給する水分補給路を設けたことを特徴とする請求項4に記載の電気化学的ガス圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

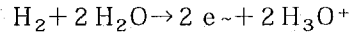
【産業上の利用分野】 この発明は、ガスを電気化学的な反応を利用して圧縮するための電気化学的ガス圧縮機に関する。

【0002】

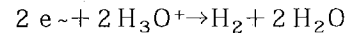
【従来の技術】 従来のガス圧縮機は、ガスを空間内で密封しその空間の容積を機械的な運動に伴い減少させることによりガスの圧縮を行っていた。このような圧縮機では機械的な運動による振動や部品の劣化が問題となっていた。そのため、機械的な部品を使わない圧縮機として、イオン導電性の膜を用いた電気化学的ガス圧縮機が提案されている。例えば、図7は米国特許明細書第4671080号に開示された従来の電気化学的水素圧縮機の断面を拡大して示す図で、同図において、1は約0.2mmの厚みを有するイオン導電性膜、2は白金等の触媒を担持した陽極のガス拡散電極、3は同様の触媒を担持した陰極のガス拡散電極、4は陽極側のガス流路、5

は陰極側のガス流路、6は陽極側の金属集電体、7は陰極側の金属集電体である。

【0003】 次に動作について説明する。ガス拡散電極2側のガス流路4に入った水素ガスは、このガス拡散電極2上で電子を失い下記化1に従って水素イオンを生成する。



【0004】 水素イオンはイオン導電性膜1中の水を伴い電圧を駆動力として他方のガス拡散電極3まで進み、このガス拡散電極3上で電子を受け取り下記化2に従って水素ガスに戻る。



【0005】 上記ガス拡散電極3上で生成した水素ガスはイオン導電性膜1を通ることができず、また、電圧によるイオンの移動力は大きいので、ガス拡散電極3側に水素ガスが徐々に蓄積されて水素ガスの圧力が上昇する。このとき、金属集電体6、7は各ガス拡散電極2、3に電圧を印加すると共にガス拡散電極2、3及びイオン導電性膜1を機械的に補強する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来の電気化学的水素圧縮機は、上述のように構成されており、ガス拡散電極2、3間に掛ける電圧は下記数1のようになる。

$$E = E_0 + (RT/2F) \times \ln(P_2/P_1) + i r$$

【0007】 但し、数1において E_0 は水素のイオン化電位、 R は気体定数、 T は温度、 F はファラデー定数、 P_1 はガス拡散電極2側の水素圧力、 P_2 はガス拡散電極3側の水素圧力、 i は電流、 r は電気抵抗を示す。

【0008】 ここで上記両極2、3にかかる電圧について内訳を見ると、右辺第1項のイオン化電位 E_0 は0.02V、第2項はいわゆるネルンスト加電圧で、この加電圧は両極2、3のガス圧力で決まるが、ガス圧力を100気圧に圧縮した時でも0.06Vである。しかしながら、第3項の抵抗は400mA/cm²程度の電流でも0.1Vと大きく、全電圧の55%を占めている。つまり、この圧縮機の電圧効率はいオン導電性膜4の電気抵抗が大きいために非常に小さくなるという問題があった。イオン導電性膜4の抵抗はその厚みが約0.2mmの時のものであり、イオン導電性膜4の電気抵抗を小さくするためにはその膜厚を薄くすればよいが、膜厚を薄くすれば、その機械的強度が落ち、例えば、0.2mmの膜厚では100気圧の差圧には十分耐えるが、膜厚が0.025mmでは20気圧、0.13mmでは7気圧程度の差圧にしか耐えられない。従って、従来の電気化学的水素ガス圧縮機では、電気的特性を上げようとすると、機械的な信頼性が低下するという課題があった。

【0009】 また、従来の電気化学的水素ガス圧縮機では、イオン導電性膜4のイオン導電性維持するためには、イオン導電性膜4に十分な水分が必要であるが、水素イオンが膜中を移動する際に、上述のように水分も一

緒に移動するため、陽電極2上には水分を補給する必要がある。しかし、電流が少ない時には陰電極3上の水が拡散によって膜4を逆流して陽電極2に戻るが、別途に水を供給しなければ、大きな電流を継続して流すことが難しいという課題があった。

【0010】この発明は、上記課題を解決するためになされたもので、機械的な信頼性及び優れた電気的特性を有すると共に、軽量且つコンパクトで大きな出力を得ることができる電気化学的ガス圧縮機を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】第一の発明は、両ガス拡散電極間に、イオン導電性固体電解質体とガス拡散電極とを交互に複数積層して複数の単電池を一体構造にしたものである。

【0012】第二の発明は、第一の発明における、各単電池間に位置するガス拡散電極に水分補給する水分補給路を設けたものである。

【0013】第三の発明は、第一の発明または第二の発明における、各単電池間に位置するガス拡散電極に外部電気回路を接続し、複数の各単電池にかかる電圧を可変にしたものである。

【0014】第四の発明は、イオン導電性固体電解質体に補強体を一体化して設けたものである。

【0015】第五の発明は、第四の発明における補強体に水分を補給する水分補給路を設けたものである。

【0016】

【作用】第一の発明によれば、各単電池間に介在するガス拡散電極によってイオン導電性固体電解質体を機械的に補強すると共にそれぞれの電極内に含まれる水分でイオン導電性固体電解質体の水分を保持することができる。

【0017】第二の発明によれば、水分補給路から各単電池間に位置するガス拡散電極へ水分を直接補給してこれらの電極を常時湿潤な状態に保持すると共にガス拡散電極を介してイオン導電性固体電解質体へこの水分を補給することができる。

【0018】第三の発明によれば、ガス圧縮機の圧縮時のガス圧力に適した電圧を各単電池に印加することができる。

【0019】第四の発明によれば、イオン導電性固体電解質体と一体化された補強体によって単電池の機械的強度を補強することができる。

【0020】第五の発明によれば、水分補給路から補強体へ水分を直接補給してイオン導電性固体電解質体の水分を保持することができる。

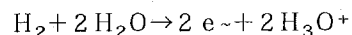
【0021】

【実施例】以下、図1～図6に示す実施例に基づいて従来と同一または相当部分には同一符号を付してこの発明を説明する。

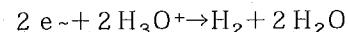
【0022】実施例1. この実施例の電気化学的ガス圧縮機は、図1に示すように、従来公知のイオン導電性固体電解質体（プロトン導電性膜）1の両側それぞれに白金等の従来公知の触媒を担持したガス拡散電極2、3を配してなる電池に、イオン化可能な水素ガスを投入して両ガス拡散電極2、3に所定の電位を与えることにより、投入されたガスが一方のガス拡散電極2上でイオン化してプロトン導電性膜1をイオンとして移動し、他方のガス拡散電極3上でガスに戻ることにより、他方のガス拡散電極3側で圧縮したガスを得ることができるように構成されている。そして、上記ガス拡散電極2は陽極を、ガス拡散電極3は陰極を構成し、各ガス拡散電極2、3の外面には水素ガスのガス流路4、5が形成された金属集電体6、7が従来と同様に設けられている。

【0023】而して、上記電気化学的ガス圧縮機は、上記ガス拡散電極2、3間に3枚のプロトン導電性膜1、11、12と2枚のガス拡散電極8、18とが交互に順次圧着積層されて3個の単電池を構成し、これら3個の単電池が一体構造として構成されている。そして、上記ガス拡散電極2、3間に介在するガス拡散電極8、18はそれぞれの上下の単電池に共有されている。また、ガス拡散電極8の周囲には各プロトン導電性膜1、11の周縁部に位置するスペーサ9が溝を形成して介装されている。これと同様に、ガス拡散電極18の周囲にもスペーサ9が設けられている。

【0024】次に上記電気化学的ガス圧縮機の動作について説明する。まず、ガス流路4に流入した水素ガスは、ガス拡散電極2上で従来と同様に下記化3に示すようにその電子を失ってイオン化して水素イオンを生成する。



【0025】水素イオンはプロトン導電性膜1中の水を伴い電圧を駆動力としてガス拡散電極8まで進み、ガス拡散電極8上で電子を受け取り下記化4に従ってガスに戻る。



【0026】上記ガス拡散電極8上でガスに戻った水素は、ガス拡散電極8上のプロトン導電性膜11の近傍で再度電子を失って水素イオンを生成し、プロトン導電性膜11をヒドロニウムイオンとしてガス拡散電極18まで移動し、更にガス拡散電極18上で再度電子を受け取って水素ガスに戻る。更に、プロトン導電性膜12の近傍で再度電子を失って水素イオンを生成し、プロトン導電性膜12をヒドロニウムイオンとしてガス拡散電極3まで移動してガス拡散電極3上で電子を受け取って水素ガスになる。斯くして、陰極であるガス拡散電極3側に水素ガスが徐々に蓄積されて水素ガスが徐々に圧縮される。

【0027】従って、実施例1によれば、ガス拡散電極8、18を各プロトン導電性膜1、11、12間に介在

させたため、これらの電極8、18によって各プロトン導電性膜1、11、12を機械的に補強することができ、電気化学的ガス圧縮機の機械的な信頼性を向上させることができる。また、このように機械的強度が補強された各プロトン導電性膜1、11、12それぞれの膜厚は薄くすることができ、ガス拡散電極2、8、18中から移動してくる水の各膜1、11、12での拡散力が大幅に向上して電気化学的ガス圧縮機の電気的特性を向上させることができる。

【0028】また、上記電気化学的ガス圧縮機では、ガス拡散電極2、3間にかかる電圧Eは下記数2に示すようになる。

$$E = E_0 \times 3 + (RT/2F) \times \ln(P_2/P_1) + i r$$

【0029】この実施例の電気化学的ガス圧縮機の印加電圧を従来のものと比較すると、この実施例の電気化学的ガス圧縮機の印加電圧を示す上記数1の右辺第2項のネルンスト加電圧は0.06Vで従来のもののネルンスト加電圧と変わらないが、右辺第1項のイオン化電位 E_0 は従来の単電池の3倍の0.06Vになっている。また、第3項の抵抗については、上記各プロトン導電性膜1、11、12の膜厚を上述のように薄くすることができ、総和でも従来のその膜厚よりも薄くすることができ、更に、これらの各膜1、11、12には上述のように水分がその拡散により十分に供給されるため、各膜自体の抵抗が小さくなって総加電圧を小さくして電気的特性を向上させることができる。

【0030】以上説明したようにこの実施例1によれば、機械的な信頼性及び優れた電気的特性を有すると共に、軽量且つコンパクトで大きな出力を得ることができる電気化学的ガス圧縮機を提供することができる。

【0031】実施例2. この実施例の電気化学的ガス圧縮機は、図2、図3に示すように、実施例1における電気化学的ガス圧縮機の金属集電体7に二つの水分補給路20、21が設けられている。そして、各プロトン導電性膜11、12及びスパーサ9、9には孔11A、12A、12B及び9A、9A、9Bをそれぞれ設けられ、これらの孔11A、12A、12B及び9A、9A、9Bを介して各水分補給路20、21からの水を各ガス拡散電極8、18へそれぞれ補給するようにしている。即ち、一方の水分補給路20からはガス拡散電極8へ、他方の水分補給路21からはガス拡散電極18へ水分をそれぞれ補給するようにしている。その他は実施例1と同様に構成されている。

【0032】従って、実施例2においても実施例1と同様にして水素ガスを圧縮することができるため、ここでは水分の補給についてのみ説明する。実施例2では、水素イオンの移動に伴い、各プロトン導電性膜1、11、12の陽極側の水は陰極側へ移動する。この際、各プロトン導電性膜1、11、12内の水の拡散が十分でない

と、各プロトン導電性膜1、11、12の陽極側の表面が乾燥しがちになる。そこで、水分補給路20から水を補給すると、この補給水は、図3に実線で示すようにプロトン導電性膜12の孔12A、スパーサ9の孔9A及びプロトン導電性膜11の孔11Aを経由してスパーサ9の孔9Aからその内側の溝に達し、この溝でガス拡散電極8に浸透する。浸透した水はガス拡散電極8を介してプロトン導電性膜11の乾燥した陽極側表面を潤し、プロトン導電性膜11におけるイオン導電性の低下を防止する。また、水分補給路21から水を補給すると、この補給水は、図3に実線で示すようにプロトン導電性膜12の孔12B、スパーサ9の孔9Bを経由してスパーサ9の内側の溝に達し、この溝でガス拡散電極18に浸透し、同様にプロトン導電性膜12のイオン導電性の低下を防止し、延いては実施例1の電気化学的ガス圧縮機よりも電気的特性が向上し、大流量の水素ガスを圧縮することができる。

【0033】尚、実施例2において、水を補給する場合には、外部にポンプを設置してこれから水を補給するようにしてもよいが、水の注入口と高圧側のガスの出口5をバルブを介して接続して圧縮した圧力を利用して水を補給するようにしてもよい。このことは後述する実施例5においても同様である。

【0034】実施例3. この実施例の電気化学的ガス圧縮機は、図4に示すように、実施例1または実施例2における電気化学的ガス圧縮機の各ガス拡散電極8、18に外部電気回路30が接続されて、各単電池にかかる電圧を可変にしたものである。電気回路30は、陽極であるガス拡散電極2に接続された導線31、陰極であるガス拡散電極3にそれぞれ接続された導線32、これらの導線31、32を介してガス拡散電極2、3にそれぞれ接続された直流電源33、ガス拡散電極8に接続された導線34、導線31、34を介してガス拡散電極2、8にそれぞれ接続された直流電源35、及びガス拡散電極18に接続された導線36、導線31、36を介してガス拡散電極2、18にそれぞれ接続された直流電源37を備えている。

【0035】従って、実施例3においても実施例1と同様にして水素ガスを圧縮することができるため、各単電池の印加電圧を変える場合について説明する。ガス拡散電極2に水素ガスを流し、直流電源33からガス拡散電極2、3間に電圧を印加すると、水素ガスは、実施例1で説明したようにガス拡散電極3上で圧縮された状態で流出するが、この際、ガス拡散電極2、8間及びガス拡散電極8、18間の印加電圧はそのときのガス圧力の状態で変動する。この際、各ガス拡散電極間の電圧を任意に設定すれば、導線34、36に電流が流れている間、各ガス拡散電極8、18の空孔内に蓄積される水素ガスの量が増減してガス圧力が変動して各電極間のネルンスト電圧が変化する。その設定した電圧に見合うだけのネ

ルンスト電圧に見合う圧力分布に達した時、導線34、36に流れる電流は止まり、設定した電圧に応じた圧力分布になる。従って、この実施例によれば、各ガス拡散電極間に印加する電圧を適宜設定することによって各単電池毎の性能を最大限に引き出して効率のよいガス圧縮を実現することができる。

【0036】実施例4. この実施例の電気化学的ガス圧縮機を構成する単電池は、図5に示すように、電気化学的ガス圧縮機におけるプロトン導電性膜1の内部に補強体を40を挿入して一体化したものである。この補強体40は、機械的強度があり水を誘導することができ、金属イオンを遊離しない材料であれば特に制限されず、また、その形態はメッシュ状、繊維状、多孔質性状、中空構造等にすることができるがこれらに制限されるものではない。而して、このような補強体40の材料としては、有機材料、無機材料のいずれであってもよく、有機材料としては、例えば、ポリエステル、ポリエチレン等の合成繊維や、麻、木綿等の天然繊維を挙げることができ、また、無機材料としては、親水性を有するものであれば、金属、非金属のいずれであってもよく、例えば、炭素繊維等の無機繊維等を挙げることができる。勿論、この実施例の補強体40は上記各実施例及び従来の電気化学的ガス圧縮機についてそれぞれ適用することができる。

【0037】従って、実施例4によれば、実施例1の電気化学的ガス圧縮機と同様の作用によって水素ガスを圧縮することができる他、補強体40によってプロトン導電性膜1を補強してあるため、軽量且つコンパクトな形態で単電池の機械的強度を補強することができ、その機械的信頼性及び電気的特性を更に向上させることができる。

【0038】実施例5. この実施例の電気化学的ガス圧縮機は、図6に示すように、実施例5の電気化学的ガス圧縮機の金属集電体7にプロトン導電性膜1の補強体40へ水分を補給する水分補給路41が設けられている。

【0039】従って、実施例5における水分の補給についてのみ説明すると、水素イオンの移動に伴い、プロトン導電性膜1の陽極側の水は陰極側へ移動する。この際、プロトン導電性膜1内の水の拡散が十分でないと、プロトン導電性膜1の陽極側の表面が乾燥しがちである。そこで、水分補給路41から水を補給すると、この補給水は、補強体41に浸透する。浸透した水はプロトン導電性膜1の乾燥した陽極側表面を潤し、陽極であるガス拡散電極2側の表面に達し、イオン導電性の低下を防止して、実施例4の電気化学的ガス圧縮機の電気的特性をより向上させることができる。

【0040】尚、この発明は、上記各実施例に何等制限されるものではなく、例えば、積層するプロトン導電性膜及びガス拡散電極の枚数を電気化学的ガス圧縮機の能力に応じて適宜変更することができる。

【0041】

【発明の効果】第一の発明によれば、複数の単電池を一体化したため、機械的な信頼性及び優れた電気的特性を有すると共に、軽量且つコンパクトで大きな出力を得ることができる電気化学的ガス圧縮機を提供することができる。

【0042】第二の発明によれば、第一の発明の電気化学的ガス圧縮機のガス拡散電極に水分補給する水分補給路を設けたため、より電気的特性が向上し、大流量の水素ガスを圧縮することができる電気化学的ガス圧縮機を提供することができる。

【0043】第三の発明によれば、各単電池間に位置するガス拡散電極に外部電気回路を接続し、各単電池にかかる電圧を可変にしたため、各ガス拡散電極間に印加する電圧を適宜設定することによって各単電池毎の性能を最大限に引き出した、効率のよいガス圧縮を実現することができる電気化学的ガス圧縮機を提供することができる。

【0044】第四の発明によれば、イオン導電性固体電解質体に補強体を一体化したため、機械的な信頼性及び優れた電気的特性を有すると共に、軽量且つコンパクトで大きな出力を得ることができる電気化学的ガス圧縮機を提供することができる。

【0045】第五の発明によれば、第四の発明の電気化学的ガス圧縮機の補強体に水分を補給する水分補給路を設けたため、より電気的特性が向上し、大流量の水素ガスを圧縮することができる電気化学的ガス圧縮機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一の発明の一実施例の電気化学的ガス圧縮機を示す断面図である。

【図2】第二の発明の一実施例の電気化学的ガス圧縮機を示す断面図である。

【図3】図2に示す電気化学的ガス圧縮機を分解して示す斜視図である。

【図4】第三の発明の一実施例の電気化学的ガス圧縮機の電気回路を示す図である。

【図5】第四の発明の一実施例の電気化学的ガス圧縮機の要部を示す断面図である。

【図6】第五の発明の一実施例の電気化学的ガス圧縮機を示す断面図である。

【図7】従来の電気化学的ガス圧縮機の一例を示す断面図である。

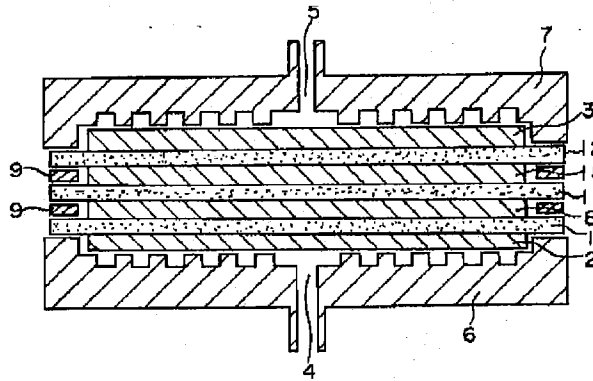
【符号の説明】

- 1 プロトン導電性膜（イオン導電性固体電解質体）
- 2 下のガス拡散電極（陽極）
- 3 上のガス拡散電極（陰極）
- 8 ガス拡散電極
- 11 プロトン導電性膜（イオン導電性固体電解質体）
- 12 プロトン導電性膜（イオン導電性固体電解質体）

- 18 ガス拡散電極
20 水分補給路
21 水分補給路

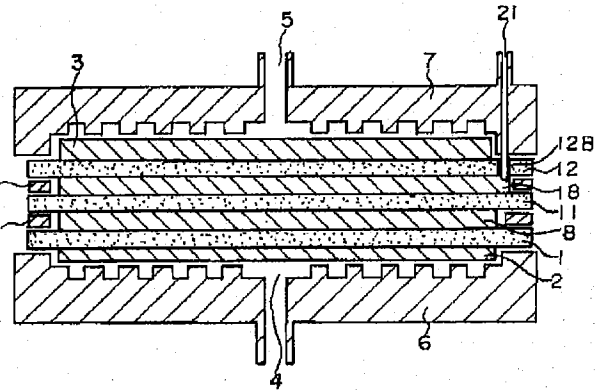
- 30 電気回路
40 補強体
41 水分補給路

【図1】



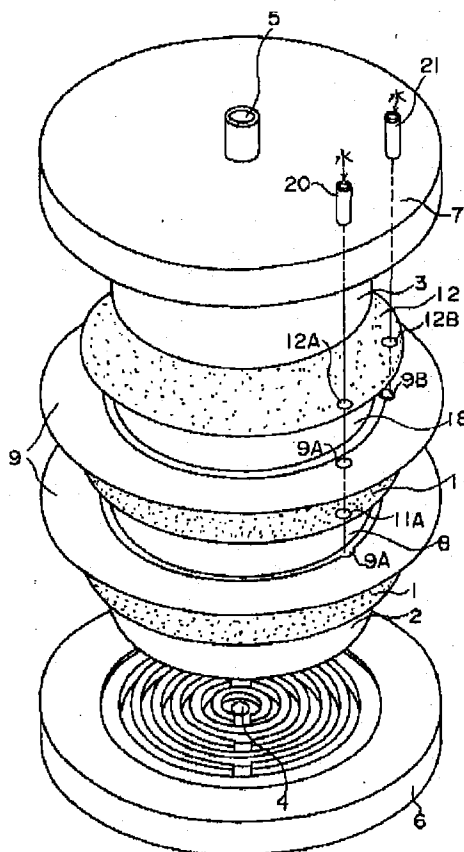
1, 11, 12: プロトン導電性膜
2, 3, 8, 18: ガス拡散電極

【図2】



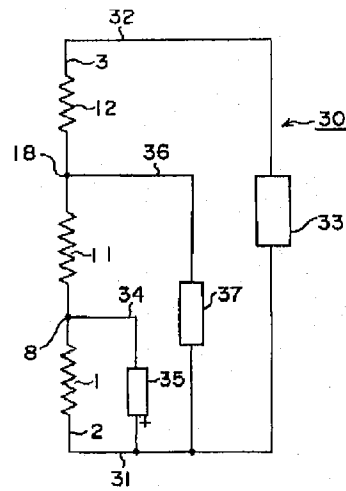
21: 水分補給路

【図3】



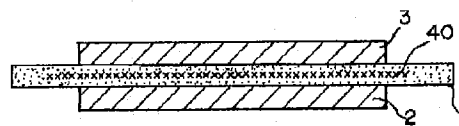
20, 21: 水分補給路

【図4】



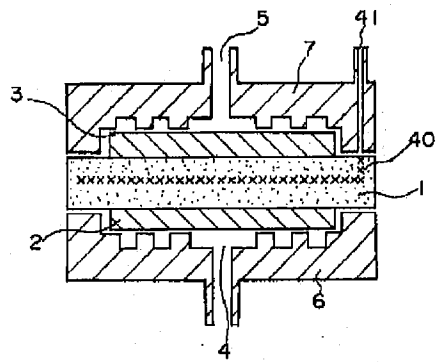
30: 電気回路

【図5】



40: 補強体

【図6】



41: 水分補給路

【図7】

